

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR LABORATORIUM DENGAN
MENGUNAKAN METODE PRESIPITASI DAN FITOREMEDIASI UNTUK
PENURUNAN KADAR LOGAM BERAT DAN COD**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik

Oleh:

LAILA NOOR SEHA

D 500 130 016

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2017

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR LABORATORIUM DENGAN MENGGUNAKAN
METODE PRESIPITASI DAN FITOREMEDIASI UNTUK PENURUNAN KADAR
LOGAM BERAT DAN COD**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

LAILA NOOR SEHA

D 500 130 016

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D

NIDN. 0609086801

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR LABORATORIUM DENGAN MENGGUNAKAN
METODE PRESIPITASI DAN FITOREMEDIASI UNTUK PENURUNAN KADAR
LOGAM BERAT DAN COD**

OLEH

LAILA NOOR SEHA

D 500 130 016

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta


Pada hari Senin, 23 Januari 2017

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

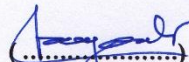
1. Ir. Herry Purnama, M.T, Ph.D

(Ketua Dewan Penguji)


(.....)

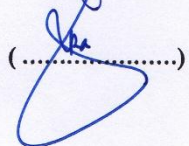
2. Ir. Haryanto AR, MS.

(Anggota 1 Dewan Penguji)


(.....)

3. Emi Erawati, S.T, M.Eng.

(Anggota 2 Dewan Penguji)


(.....)



Dekan,

Ir. Sri Sunariono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

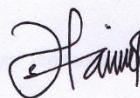
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 23 Januari 2017

Penulis



Laila Noor Seha

D500130016

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR LABORATORIUM DENGAN MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI DAN FITOREMEDIASI UNTUK PENURUNAN KADAR LOGAM BERAT DAN COD

ABSTRAK

Limbah cair laboratorium merupakan limbah sisa-sisa bahan kimia yang telah digunakan, sisa-sisa sampel yang telah diuji ataupun air bekas cucian peralatan. Karakteristik limbah cair laboratorium dapat dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Sebagian besar unsur-unsur yang berbahaya yang terdapat dalam limbah cair laboratorium adalah logam berat seperti besi (Fe), mangan (Mn), krom (Cr), timbal (Pb), kadmium (Cd). Logam berat tersebut sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksisitas) pada makhluk hidup.

Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar logam berat dan COD dengan menggunakan metode presipitasi dan fitoremediasi. Pada metode presipitasi digunakan NaOH sebagai precipitating agent dan digunakan variasi pH 4, 7 dan 10 pada kecepatan pengadukan 50 rpm selama 20 menit. Kemudian akan didapatkan pH optimum yang akan digunakan untuk dilakukan pengolahan dengan metode fitoremediasi. Pada metode fitoremediasi digunakan variasi tanaman apu serta tanaman bambu air dan waktu penyerapan tanaman terhadap logam berat yaitu pada hari ke- 1, 3, 5 dan 7. Kemudian diperoleh waktu optimum penyerapan logam berat serta tanaman yang paling efektif untuk digunakan dalam meremediasi logam berat. Setelah itu akan dianalisis penurunan COD serta kadar logam beratnya.

Limbah cair laboratorium yang digunakan memiliki kadar pH sebesar 0.84, kemudian ditambahkan limbah sintetis berupa logam Pb sebesar 3 ppm dan logam Cd sebesar 1 ppm. Pada metode presipitasi didapatkan pH optimum sebesar 10 dengan kadar logam Cd sebesar 0.0639 ppm dan logam Pb sebesar 0.275 ppm. Sedangkan waktu optimum yang diperlukan tanaman bambu air untuk menyerap logam adalah 3 hari dan tanaman apu selama 5 hari. Kadar COD awal pada limbah cair laboratorium sintetis sebesar 34.166,67 mg/L dan mengalami penurunan sebesar 97.76% untuk tanaman bambu air dan 99.34% untuk tanaman apu.

Kata kunci: Limbah cair laboratorium, presipitasi, fitoremediasi, logam berat, COD.

ABSTRACT

Liquid waste laboratory is waste the remains chemicals that has been used , the remains sample that has been tested or water former laundry equipment . Characteristic of liquid waste laboratory can be described as as waste hazardous materials and toxic (B3). Most dangerous elements that was found in liquid waste laboratory are heavy metal like iron (Fe), manganese (Mn), chrome (Cr), lead (Pb), cadmium (Cd). Heavy metal are very dangerous and can cause poisoning (toxicity) in living things.

This research aims to decrease the concentration of heavy metals and COD by using the precipitation and fitoremediation method. In the precipitation method was used NaOH as precipitating agent and used variation ph 4, 7 and 10 at the speed of stirring 50 rpm for 20 minutes . Then get optimize ph that will be used to do the processing fitoremediation method. In the fitoremediation method was used variation of apu plants and of bamboo plants water althoght and absorption of the plants to heavy metal on the day 1, 3, 5 and 7. Later retrieved optimum time of

heavy metals and plants for use in the most effective reduce the lower of heavy metal. After that will be analyzed the content of COD and metals concentration.

Liquid waste from the laboratory used is about 0.84 of ph , then added synthetic waste in the form of metal Pb of 3 ppm and metal Cd of 1 ppm. On method precipitation obtained ph steady at 10 in the Cd of metal 0.0639 ppm and metal Pb of 0.275 ppm. Meanwhile the optimum position required of bamboo plants water to absorb metal are three days and plant apu for 5 days . Levels of COD on the liquid waste synthetic laboratory at 34.166,67 mg/L and decreased by 97.76% to bamboo plant water and 99.34% to plant apu .

Keyword: liquid waste laboratory , precipitation , fitoremediation , heavy metal , COD .

1. PENDAHULUAN

Berbagai kegiatan dapat dilakukan di laboratorium mulai dari persiapan bahan hingga pengujian. Beberapa pengujian yang umum dilakukan adalah pengujian kimia, pengujian fisika, dan pengujian biologi. Segala kegiatan pengujian yang dilakukan di laboratorium teknik kimia menghasilkan air buangan yang biasa dikenal dengan limbah cair laboratorium. Limbah cair ini bersifat kompleks, terdiri dari sisa-sisa bahan kimia yang telah digunakan, sisa-sisa sampel yang telah diuji, ataupun air bekas cucian peralatan.

Limbah cair laboratorium dapat dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Sebagian besar limbah cair laboratorium ini terdiri dari logam berat. Secara umum diketahui bahwa logam berat merupakan elemen yang berbahaya dipermukaan bumi. Beberapa unsur logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), besi (Fe), merkuri (Hg), arsen (As) dan aluminium (Al) tidak mempunyai fungsi biologi bagi manusia. Unsur logam ini termasuk ke dalam elemen mikro. Logam-logam tersebut sangat berbahaya walaupun dalam jumlah yang relatif kecil dan menyebabkan keracunan (toksik) pada makhluk hidup (Darmono, 1995). Pada penelitian ini akan digunakan limbah cair laboratorium sintesis.

Apabila limbah cair laboratorium ini langsung dibuang ke lingkungan maka seiring bertambahnya waktu akan merusak lingkungan. Namun, pada kenyataannya sampai saat ini belum banyak laboratorium yang memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL) karena disebabkan berbagai faktor, misalnya teknik pengolahan yang efektif dengan biaya yang tidak terlampau mahal. Terkait dengan hal ini maka akan digunakan pengolahan limbah cair laboratorium yang efektif, biaya yang terjangkau, ramah lingkungan, mudah serta sederhana dalam penggunaanya. Tetapi tetap dapat mengolah limbah cair tersebut agar memenuhi standar baku mutu air limbah. Maka akan digunakan metode presipitasi dan fitoremediasi.

Menurut (Brbooti, Abid, & Al-shuwaiki, 2011) presipitasi atau pengendapan merupakan metode dengan cara mereaksikan limbah buangan yang mengandung logam berat dengan suatu bahan kimia pengendap. Bahan-bahan yang biasa digunakan untuk proses pengendapan beberapa logam berat adalah senyawa hidroksida, karbonat dan sulfida. Presipitan yang digunakan untuk mengendapkan senyawa Pb dan Cd adalah senyawa hidroksida dan karbonat.

Kadmium (Cd) berwarna putih keperakan menyerupai aluminium. Logam ini digunakan untuk melapisi logam seperti halnya seng, tetapi kualitasnya menjadi lebih baik walaupun harganya lebih mahal. Kadmium merupakan logam penyebab toksisitas kronis yang biasanya terakumulasi di dalam tubuh terutama dalam ginjal. Keracunan Cd dalam jangka waktu lama ini bersifat toksik terhadap beberapa macam organ, yaitu paru-paru, tulang, hati dan ginjal (Darmono, 1995). Sedangkan timbal (Pb) merupakan suatu logam toksik yang bersifat kumulatif, toksisitasnya dibedakan menurut organ yang dipengaruhi (Riwayati, Hartati, Purwanto, & Suwardiyono, 2014).

Menurut Subroto, fitoremediasi adalah upaya penggunaan tanaman dan bagian-bagiannya untuk dekontaminasi limbah dan masalah-masalah pencemaran lingkungan baik secara ex-situ menggunakan kolam buatan atau reactor maupun in-situ yaitu pada tanah atau daerah yang terkontaminasi limbah (Hardyanti & Rahayu, 2006). Beberapa tanaman air yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman apu-apu (*Pistia Strationes*), tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dan tanaman bambu air (*Equisetum hyemale*). Keuntungan metode ini adalah biaya operasional yang relatif murah meskipun membutuhkan proses yang cukup lama, pengolahan yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan tanaman air. Sedangkan dalam penelitian ini hanya menggunakan tanaman Apu (*Pistia stratiotes*) dan tanaman Bambu Air (*Equisetum hyemale*)

Keberhasilan fitoremediasi tergantung pada tingkat pertumbuhan tanaman dan kemampuan tanaman untuk penyerapan logam dalam biomassa tanaman. Tanaman air dapat mengakumulasi logam berat yang sangat tinggi tanpa berdampak buruk pada pertumbuhan mereka (Abhilash et al. 2009). Tetapi penyerapan logam dalam biomassa tanaman juga tergantung pada fungsi yang ada dalam struktur biomassa dan kandungan logam berat dalam limbah cair tersebut (Feizi & Jalali, 2015).

2. METODE

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini adalah volume limbah cair laboratorium 100 ml, konsentrasi presipitan NaOH 16 N, suhu pengadukan 80 °C dan waktu dan kecepatan pengadukan 50 rpm selama 20 menit. Sedangkan variabel bebasnya adalah pH presipitasi (4,7,10), tanaman air (tanaman apu dan tanaman bambu air), waktu penyerapan oleh tanaman (1, 3, 5, 7 hari).

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia UMS, Laboratorium Kimia Terpadu UNS, rumah kaca milik program studi biologi yang dimulai pada bulan September sampai dengan bulan Desember 2016.

Penelitian ini merupakan penelitian dengan rancangan acak lengkap. Rancangan penelitian yang akan dilakukan yaitu pada tahap pertama akan dilakukan analisis kadar logam berat dan COD pada limbah cair laboratorium, kemudian dilakukan pengolahan dengan metode presipitasi dan didapatkan hasil optimum untuk dilanjutkan ke pengolahan dengan metode fitoremediasi. Setelah didapatkan hasil yang optimum pada pengolahan ini baru akan diuji penurunan COD nya. Alat yang akan digunakan untuk menguji logam yaitu instrument AAS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik sampel

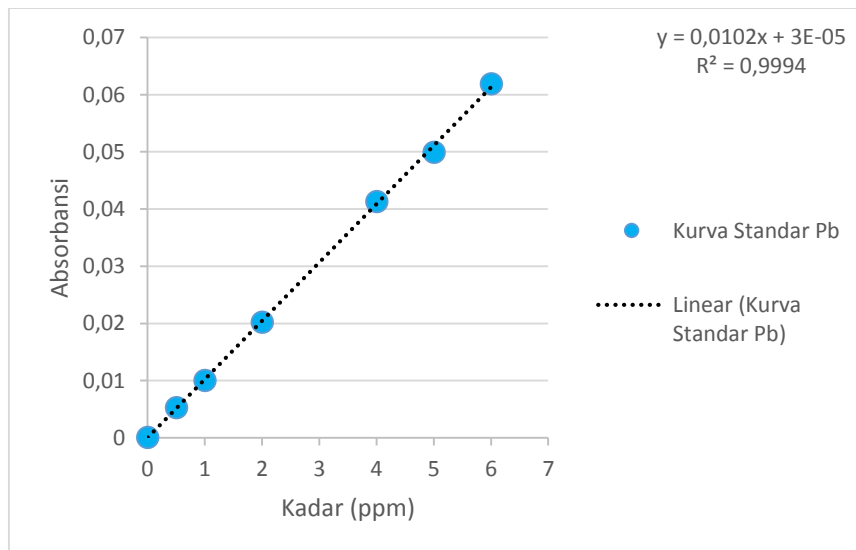
Pada penelitian ini digunakan limbah laboratorium sintetis. Limbah tersebut dalam keadaan asam dengan pH sebesar 0,84. Pembuatan limbah buatan Pb dan Cd dilakukan dengan cara melarutkan limbah buatan $Pb(NO_3)_2$ dan $Cd(NO_3)_2$ kedalam 5 L limbah laboratorium yang telah ditampung. Konsentrasi logam Pb sebesar 3 ppm dan logam Cd sebesar 1 ppm.

3.2. Tahap Presipitasi

Pada tahap ini limbah cair akan dicari pH optimum dengan melihat nilai absorbansi dan kadar. Presipitan yang digunakan yaitu NaOH. Hal ini sesuai dengan penelitian Adli (2012) bahwa NaOH dapat mengendapan logam Cd pada rentang pH 8 hingga 11 sedangkan untuk logam Pb pada rentang pH 11,5. Menurut (Alaerts dan Sri, 1987) derajat keasaman atau pH merupakan suatu indeks kadar ion hidrogen (H^+) yang mencirikan keseimbangan asam dan basa. Angka pH dalam suatu perairan juga dapat dijadikan indikator dari adanya keseimbangan unsur-unsur kimia dan dapat mempengaruhi ketersediaan unsur-unsur kimia dan unsur-unsur hara yang sangat bermanfaat bagi kehidupan vegetasi akuatik. Tingkat pH lebih kecil dari 4,8 dan lebih besar dari 9,2 sudah dapat dianggap tercemar.

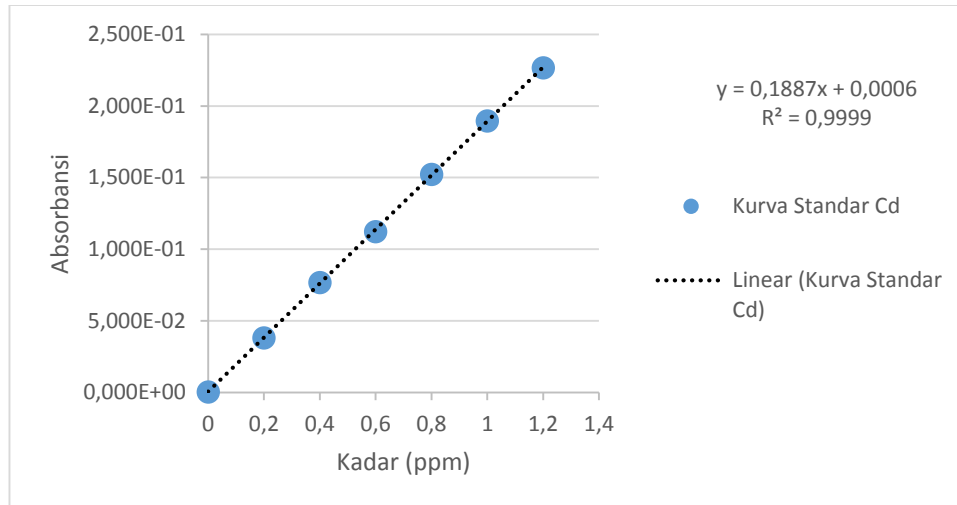
Sedangkan menurut (Effendi, 2003) derajat keasaman (pH) perairan dipengaruhi oleh suhu, fotosintesa, respirasi, oksigen terlarut, dan keberadaan ion-ion dalam perairan tersebut. pH berkaitan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas. Semakin tinggi nilai pH semakin tinggi pula alkalinitas dan semakin rendah karbondioksida bebas. pH dapat mempengaruhi kandungan unsur ataupun senyawa kimia yang terdapat di perairan, diantaranya mempengaruhi kandungan logam berat yang ada di perairan. Toksisitas logam berat juga dipengaruhi oleh perubahan pH, toksisitas dari logam berat akan meningkat bila terjadi penurunan pH.

Dilakukan pembacaan absorbansi pada masing-masing pH untuk mendapatkan pH optimum. Untuk logam Pb pada panjang gelombang 283,3 nm (SNI 6989.8:2009) dan logam Cd pada panjang gelombang 228,8 nm (SNI 6989.16:2009). Sedangkan dari kadar larutan standar Pb 0; 0,5; 1; 2; 4; 5; 6; diperoleh kurva larutan standar Pb yang dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



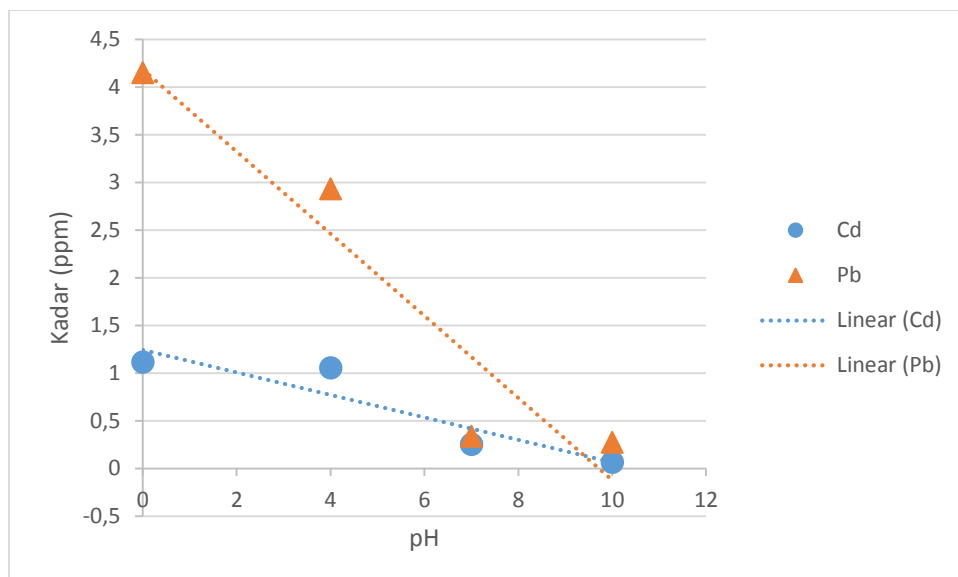
Gambar 1. Kurva Standar Logam Pb

Untuk kadar larutan standar Cd 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 1,2; diperoleh kurva larutan standar Cd yang dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Kurva Standar Logam Cd

Berdasarkan kurva larutan standar pada Gambar 1 dan Gambar 2 di atas, diperoleh hubungan yang linier antara absorbansi dan kadar dengan persamaan garis linier untuk logam Pb adalah $Y = 0,0102X + 3e-05$ dan nilai koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,9994 sedangkan persamaan garis linier untuk logam Cd adalah $Y = 0,1887X + 0,0006$ dan nilai koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,9999. Sehingga dengan meningkatnya kadar maka absorbansi juga akan meningkat. Hasil perhitungan kadar berdasarkan variasi pH dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan pH dengan Kadar Logam Berat

Sehingga pada metode presipitasi diperoleh pH optimum 10 dengan kadar logam Cd sebesar 0,0639 ppm dan logam Pb sebesar 0,275 ppm

3.3. Tahap Aklimatisasi Tanaman

Pada tahap aklimatisasi digunakan media tanam akuades dan tanaman di aklimatisasi selama 3 hari (Hermawati, 2005). Tanaman bambu air dan tanaman apu yang digunakan dalam penelitian ini dibeli dari penjual tanaman di Pasar Nongko, Surakarta. Tanaman dipilih dengan ukuran yang sama. Tahap aklimatisasi ini diharapkan tanaman dapat beradaptasi dengan lingkungan yang baru yakni rumah kaca milik Program Studi Biologi UMS. Hal ini ditunjukkan dengan kondisi tanaman yang segar.

3.4. Tahap Fitoremediasi

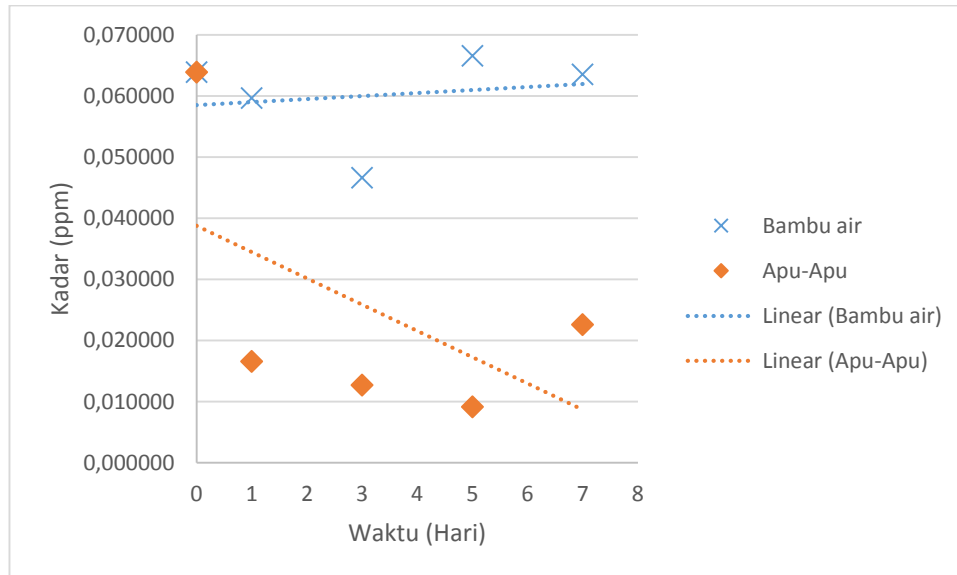
Pada tahap ini limbah cair yang digunakan yaitu limbah cair hasil dari tahap presipitasi. Tanaman yang digunakan yaitu tanaman bambu air dan tanaman apu. Pemilihan jenis tanaman ini didasari oleh penelitian (Suryati & Priyanto, 2003) bahwa dari tiga jenis tanaman air yang digunakan kemampuan untuk menurunkan konsentrasi Cd dari air yang paling efektif adalah eceng gondok dan apu-apu. Selain itu apu-apu memiliki kelebihan yaitu: sifat pertumbuhan yang mudah dan relatif cepat, mudah ditemukan di perairan air tawar, dan memiliki kemampuan untuk menyerap unsur-unsur organik yang ada di perairan sebagai nutrisi hidupnya. Sedangkan tanaman bamboo air memiliki batang dengan kandungan silikat yang tinggi, yang berguna untuk mengikat partikel logam yang terserap oleh akar tanaman (Suharto, Susanawati, & Wilistien, 2011).

Semua tumbuhan memiliki kemampuan menyerap logam dalam jumlah bervariasi. Penyerapan logam oleh tanaman ditentukan berdasarkan tipe jaringan dan perlakuan yang diberikan kepada tanaman (Knox, dkk 2000). Menurut penelitian (Hidayati, 2005) sejumlah tumbuhan terbukti memiliki sifat hiperakumulasi, yakni mampu mengakumulasi unsur logam tertentu dengan konsentrasi tinggi pada jaringan akar dan tajuknya sehingga bersifat hiperakumulator. Sifat hiperakumulator dapat digunakan untuk tujuan fitoekstraksi. Proses ini yaitu logam berat diserap oleh akar tanaman dan ditranslokasikan ke bagian tumbuhan untuk disimpan, diolah atau dibuang. Penelitian (Heriyanto & Endro, 2011) mengatakan bahwa adanya akumulasi logam merupakan usaha lokalisasi yang dilakukan oleh tumbuhan dengan mengumpulkan dalam satu organ.

a. Fitoremediasi logam Cd

Semua tanaman dapat tumbuh pada larutan yang mengandung Cd dengan kadar tinggi meskipun pertumbuhannya terhambat. Berdasarkan penelitian (Weigel & Jager, 1980) Logam Cd dapat terakumulasi dalam berbagai bagian tanaman, dapat menurunkan

pertumbuhan (klorofil berwarna coklat kemerahan dan mulai klorosis) dan menghambat fotosintesis. Hasil penelitian berupa hubungan antara waktu fitoremediasi dengan kadar logam Cd yang diserap tanaman dapat dilihat pada Gambar 4.

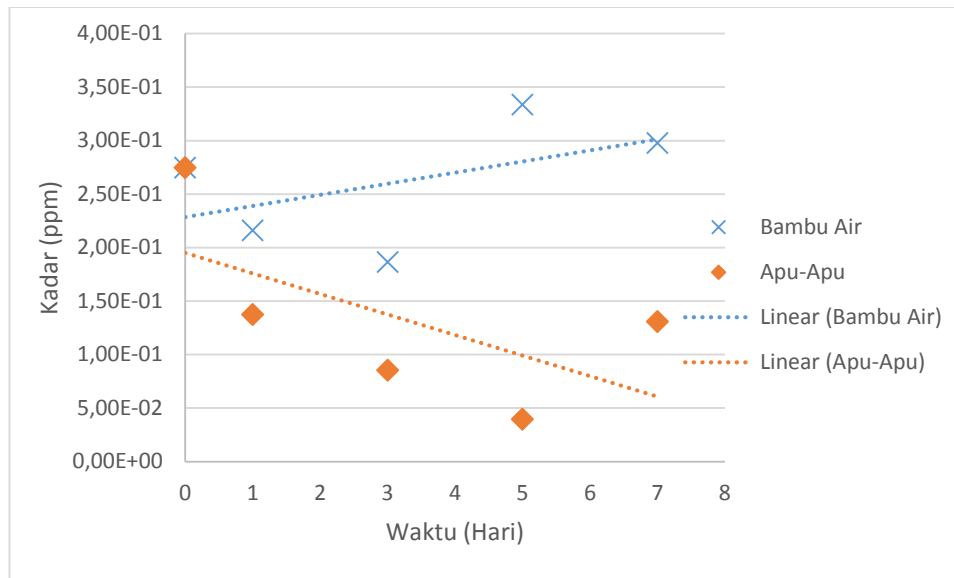


Gambar 4. Hubungan antara waktu fitoremediasi terhadap kadar logam Cd

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa waktu optimum tanaman bambu air dalam menyerap logam Cd adalah hari ke-3, sedangkan untuk tanaman apu pada hari ke-5.

b. Fitoremediasi logam Pb

Zat pencemar Pb pada tumbuhan bersifat racun. Kadar logam Pb sebesar 1 ppm dapat berdampak dalam proses fotosintesis maupun respirasi. Menurut (Greenland dan Hayes 1981) dalam (Heriyanto & Endro, 2011) kadar Pb pada tanaman yang masih dapat ditolerir adalah sekitar 0,1 – 10 ppm bahan kering. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan kadar Pb sebesar 5 ppm, konsentrasi ini masih dalam rentang ambang batas tersebut. Hasil penelitian berupa hubungan antara waktu fitoremediasi dengan kadar logam Pb yang diserap tanaman dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan antara waktu fitoremediasi terhadap kadar logam Pb

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa waktu optimum tanaman bambu air dalam menyerap logam Cd adalah hari ke-3, sedangkan untuk tanaman apu-apu pada hari ke-5.

Penurunan kadar logam berat terjadi secara drastis pada hari pertama, berdasarkan penelitian (Zubair, Ardi, & Rosmiati, 2013) hal ini dikarenakan kemampuan tanaman pada awal percobaan dalam menyerap logam berat masih sangat tinggi. Penuruan kadar logam berat disebabkan karena tanaman mampu menyerap dan mengakumulasi logam berat dalam jaringan dan akar. Selanjutnya kadar logam berat pada air limbah di kedua tanaman semakin menurun. Pada tanaman bambu air kadar logam berat menurun hingga hari ke 3, sedangkan pada tanaman apu pada hari ke 5. Hal ini menunjukkan tanaman masih mampu menyerap kadar logam berat pada air limbah karena belum melewati titik jenuhnya. Titik jenuh adalah batas waktu maksimum yang dapat ditolerir tanaman dalam menyerap kontaminan.

Setelah melewati titik jenuh, kemampuan tanaman dalam menyerap logam berat menurun bahkan kadar logam berat dalam air limbah dapat meningkat. Dapat dilihat dari Gambar 4 dan Gambar 5 bahwa terjadi kenaikan kadar logam berat pada hari ke 5 untuk tanaman bambu air dan pada hari ke 7 untuk tanaman apu. Hal ini terjadi karena tanaman dapat melepaskan kembali logam yang telah diserap. Kejenuhan tersebut diduga karena tanaman telah menyerap sebagian besar logam berat yang berada dalam air limbah, dimana semakin banyak logam yang terserap maka semakin banyak logam yang terakumulasi dalam jaringan tanaman dan menyebabkan kejenuhan sehingga penyerapan akan terhambat (Zubair et al., 2013)

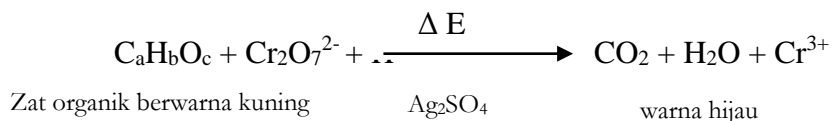
Menurut (Suryati & Priyanto, 2003) tanaman apu dapat menyerap logam Cd dengan kadar 0,2 ppm dengan waktu tinggal 6 hari. Sementara dalam penelitian ini diperoleh bahwa tanaman apu-apu terbukti dapat menyerap logam Cd dan Pb dengan kadar masing-masing 1 ppm dan 5 ppm dengan waktu tinggal 5 hari. Logam berat yang diberikan pada tanaman dalam jumlah tertentu dapat membantu mempercepat pertumbuhan tanaman sebagai suatu respon positif, namun pada tingkatan tertentu justru dapat menghambat pertumbuhan tanaman bahkan kematian tumbuhan sebagai bentuk respon negatif tumbuhan (Mangkoediharjo & Samudro, 2010).

Selain itu bentuk fisik kedua tanaman tersebut pada hari ke- 7 daun menguning dan tanaman tampak semakin layu. Hal ini dapat disebabkan karena kurangnya nutrisi pada tanaman, maupun karena tanaman terpapar logam berat dalam waktu yang lama sehingga penghambatan sintesis klorofil juga semakin tinggi. Sesuai dengan penelitian (Bazzaz, Rolfe, & Carlson, 1974) bahwa kadar logam berat yang tinggi dapat menyebabkan efek pada tanaman secara langsung maupun tidak langsung seperti menghambat proses fotosintesis (pembentukan klorofil terhambat) dan penurunan aktivitas fotosistem. Penurunan fotosintesis dan efek lainnya yang diberikan oleh logam berat terhadap tanaman dapat menyebabkan berkurangnya pertumbuhan dan kemungkinan kematian pada tanaman yang terkontaminasi logam berat.

3.5. Penurunan kadar COD

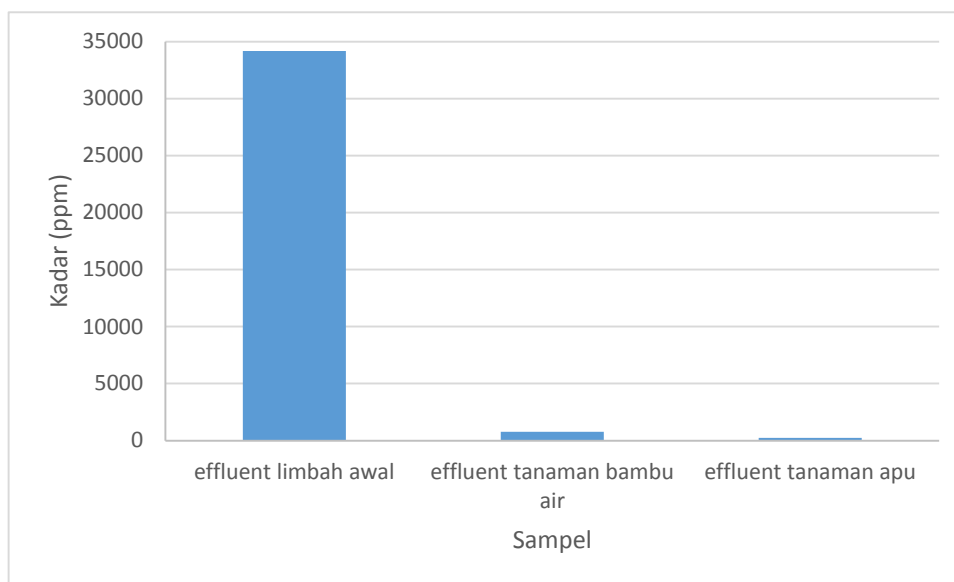
Pengujian kadar COD ini sesuai dengan SNI (6989.2:2009), yakni untuk menguji kebutuhan oksigen kimiawi (COD) dalam air dan air limbah dengan reduksi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ secara spektrofotometri pada kisaran nilai COD 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 600 nm dan nilai COD lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 420 nm.

COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar buangan yang ada didalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Pada analisa COD sebagian besar zat organik dioksidasi oleh larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dalam keadaan asam yang mendidih (Muthawali, 2012) :



Selama reaksi yang berlangsung ± 2 jam, uap direfluks dengan COD reaktor agar zat organik volatil tidak lenyap keluar. Ag_2SO_4 ditambahkan sebagai katalisator untuk mempercepat

reaksi, sedangkan merkuri sulfat ditambahkan untuk menghilangkan gangguan klorida yang pada umumnya ada dibuangan air domestic. Untuk memastikan bahwa hampir semua zat organik habis teroksidasi maka zat pengoksidasi $K_2Cr_2O_7$ masih harus tersisa sesudah direfluks. $K_2Cr_2O_7$ yang tersisa didalam larutan tersebut digunakan untuk menentukan beberapa oksigen yang telah terpakai.



Gambar 6. Hubungan antara penurunan kadar COD terhadap variasi tanaman

Limbah cair laboratorium yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kadar awal COD sebesar 34.166,67 mg/L. Kemudian setelah dilakukan perlakuan menggunakan tanaman bambu air dan tanaman apu, terjadi penurunan kadar COD yang cukup signifikan. Hasil penelitian diperoleh penurunan kadar COD untuk tanaman bambu air sebesar 97,76% dan tanaman apu sebesar 99,34%. Menurut Pinton (2001) dalam Widya, et al., (2015) hal ini karena adanya zat organik didegradasi oleh mikroorganisme yang tumbuh pada permukaan media dan menempel pada akar tanaman, serta penetrasi rhizome pada media. Kadar COD tersebut belum memenuhi baku mutu buangan air limbah menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan No.3 Tahun 2010 sebesar 100 mg/L.

4. PENUTUP

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dari limbah laboratorium dengan pH awal 0,84 yang kemudian ditambahkan logam Pb sebesar 3 ppm dan logam Cd sebesar 1 ppm setelah dilakukan tahap presipitasi dengan NaOH 16 N didapatkan pH optimum 10 dan pada tahap

fitoremediasi didapatkan tanaman yang efektif yakni tanaman apu. Hal ini dapat dilihat dari waktu optimum tanaman bambu air dalam menyerap logam selama 3 hari dan waktu optimum untuk tanaman apu adalah 5 hari. Sedangkan kadar COD awal limbah yaitu sebesar 34.166,67 mg/L dapat turun hingga 765,5556 mg/L untuk tanaman bambu air dan sebesar 226,6667 mg/L untuk tanaman Apu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abhilash, P. C., Pandey, V. C., Srivastava, P., Rakesh, P. S., Chandran, S., Singh, N., & Thomas, A. P. (2009). Phytofiltration of cadmium from water by *Limncharis flava* (L.) Buchenau grown in free-floating culture system. *Journal of Hazardous Materials*, 170(2-3), 791–797. <http://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.05.035>
- Adli, H. (2012). *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Dengan Metode Presipitasi dan Adsorpsi Untuk Penurunan Kadar Logam Berat*. Universitas Indonesia.
- Alaerts, G dan S.S. Santika, 1987. Metode Penelitian Air. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional
- Bazzaz, F. A., Rolfe, G. L., & Carlson, R. . (1974). Effect of Cd on Photosynthesis and Transpiration of Excised Leaves of Corn and Sunflower, 373–376.
- Brbooti, M. M., Abid, B. a, & Al-shuwaiki, N. M. (2011). Removal of Heavy Metals Using Chemicals Precipitation. *Engineering and Technology Journal*, 29(3), 595–612.
- Darmono. (1995). Logam dalam Sistem Biologi MakhluK Hidup. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius
- Greenand, D.J and N.H.B. Hayes. 1981. The Chemistry of Soil Processes. New York: John Wiley & Sons Ltd
- Feizi, M., & Jalali, M. (2015). Removal of heavy metals from aqueous solutions using sunflower, potato, canola and walnut shell residues. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 54, 125–136. <http://doi.org/10.1016/j.jtice.2015.03.027>
- Hardyanti, N., & Rahayu, S. S. (2006). Fitoremediasi Phospat dengan Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornian Crassipes*) (Studi Kasus pada Limbah Cair Industri Kecil Laundry). *Jurnal Presipitasi*, 2(1), 28–33.
- Heriyanto, N. ., & Endro, S. (2011). PENYERAPAN POLUTAN LOGAM BERAT (Hg, Pb dan

- Cu) OLEH JENIS-JENIS MANGROVE, 8(2), 181–192.
- Hermawati, E. (2005). Fitoremediasi Limbah Detergen Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L .) dan Genjer (*Limnocharis flava* L .), 7(1980), 115–124.
- Hidayati, N. (2005). Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator *Phytoremediation and Potency of Hyperaccumulator Plants*, 12(1), 35–40.
- Knox, A.S., Seaman, J., Andriano, D.C., & Pierzynski, G. 2000. *Chemostabilization of metals in contaminated soils*. New York: Marcel Dekker Inc
- Mangkoediharjo, S., & Samudro, G. (2010). *Fitoteknologi Terapan* (1st ed.). Yogyakarta: Graha Ilmu. <http://doi.org/10.1145/2505515.2507827>
- Muthawali, D. I. (2012). Analisa COD dari Campuran Limbah Domestik dan Laboratorium di Balai Riset dan Standarisasi Industri Medan, 1–13.
- Pinton, et al., 2001. *The Rhizosphere Biochemistry and Organic Substances at the Soil-Plant Interface*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Riwayati, I., Hartati, I., Purwanto, H., & Suwardiyono. (2014). Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2014 Yogyakarta, 15 November 2014 ISSN: 1979-911X. *Snast*, (November), 211–216.
- Suharto, B., Susanawati, L. D., & Wilistien, I. (2011). PENURUNAN KANDUNGAN LOGAM PB DAN CR LEACHATE MELALUI FITOREMEDIASI BAMBU AIR (*EQUISETUM HYEMALE*) DAN ZEOLIT, 5(2), 133–143.
- Suryati, T., & Priyanto, B. (2003). Eliminasi Logam Berat Kadmium Dalam Air Limbah Menggunakan Tanaman Air. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(3), 143–147.
- SNI. 2009. Cara Uji Timbal (Pb) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) nyala. No: 6989.2
- SNI. 2009. Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/COD) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri. No: 6989.8
- SNI. 2009. Cara Uji Kadmium (Cd) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) nyala. No: 6989.16
- Weigel, H. J., & Jager, H. J. (1980). Subcellular Distribution and Chemical Form of Cadmium in Bean Plants Republic of Germany, 65, 480–482.
- Widya, C., Zaman, B. & Syafrudin, 2015. Pengaruh Waktu Tinggal dan Jumlah Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) terhadap Penurunan Konsentrasi BOD, COD dan Warna.

Zubair, A., Ardi, A., & Rosmiati. (2013). Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd) Menggunakan Kombinasi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) dengan Aliran Batch.